

RANCANG BANGUN ANTENA YAGI MODIFIKASI DENGAN FREKUENSI 2,4 GHZ UNTUK MENINGKATKAN DAYA TERIMA WIRELESS USB ADAPTER TERHADAP SINYAL WIFI

Slamet Triyadi¹⁾, Dedy Suryadi²⁾, Neilcy Tjahjmoonarsih³⁾
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura,
Jln. Prof.H.Hadari Nawawi, Pontianak, Indonesia
Email : striyadi00@gmail.com

ABSTRACT

Wireless communication systems need the role of antenna in a data transmission process. Waves electromagnet acceptable and transmitted because of antenna. An antenna good quality make received information quality more better. In this research, the writer build a yagi antenna is modified at a frequency of 2,4 GHz to increase the receive power of wireless USB adapter for Wifi Signals. Yagi antenna modification test done to the distance 75 meters and 100 meters. The average of received signal power for ten times experiment are -73,15 dBm at 75 meters and -79,1 dBm at 100 meters. Besides, the average of received signal power of reference antenna (omni antenna, the default setting of wireless USB adapter) are -87,8 dBm at 75 meters and cannot be detected at 100 meters. The comparison from yagi antenna modification and reference antenna is the gain of yagi antenna modification. The values are 17,65 dBm at 75 meters and 23,9 dBm at 100 meters. In terms of the gain, yagi antenna modification is succesful made to its purpose which is to increase the receive power of wireless USB adapter for Wifi Signals.

Keywords : Yagi Antenna, Signal Strength, WIFI , Wireless USB Adapter, Antenna Yagi Modifikasi

I. Pendahuluan

Di era modern saat ini, manusia memerlukan komunikasi untuk saling bertukar informasi di mana saja, kapan saja, dan dengan siapa aja. Salah satu sistem komunikasi yang merupakan andalan bagi terselenggaranya integrasi sistem telekomunikasi secara global adalah sistem komunikasi *nirkabel* (*wireless*).

Pada sistem komunikasi *wireless* dibutuhkan peranan antena dalam proses transmisi data. Karena dengan antena, gelombang elektromagnet dapat diterima dan ditransmisikan. Semakin baik kualitas antena semakin baik pula kualitas informasi yang diterima. Dalam bukunya (Mudrik Alaydrus, 2011: 1). Antena adalah sebuah komponen yang dirancang untuk dapat memancarkan dan atau menerima gelombang elektromagnetik. Antena sebagai alat pemancar (*transmitting antenna*) adalah sebuah *transducer* (pengubah) elektromagnetis, yang digunakan untuk mengubah gelombang teruntun di dalam saluran transmisi kabel, menjadi gelombang yang merambat di ruang bebas dan sebagai penerima (*receiving antenna*) mengubah gelombang ruang bebas menjadi gelombang tertuntun.

Antena *Yagi* adalah salah satu jenis antena radio tau televisi yang Diciptakan oleh Hidetsugu Yagi. Antena ini bersifat *direksional*, yaitu menambah *gain* hanya pada salah satu arahnya. Sisi antena yang berada dibelakang *reflektor* memiliki *gain* yang lebih kecil dari pada didepan *direktor*.

Karena itu penulis tertarik untuk merancang antena *Yagi* modifikasi dengan frekuensi 2.4 GHz untuk memperkuat daya terima *wireless USB adapter* terhadap sinyal *WiFi*.

II. Tinjauan Pustaka

1. Gelombang Elektromagnetik

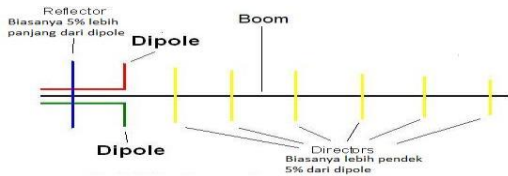
Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang dapat merambat walaupun tidak ada *medium*. Energi elektromagnetik merambat dalam gelombang dengan beberapa karakter yang bisa diukur yaitu panjang gelombang (λ), frekuensi (f), amplitudo, kecepatan (v). Amplitudo adalah tinggi gelombang, sedangkan panjang gelombang adalah jarak antara dua puncak. Frekuensi adalah jumlah gelombang yang melalui suatu titik dalam satu satuan waktu. Frekuensi tergantung dari kecepatan merambatnya gelombang. Karena kecepatan energi elektromagnetik adalah konstan (kecepatan cahaya) maka panjang gelombang dan frekuensinya berbanding terbalik. Semakin panjang suatu gelombang, semakin rendah frekuensinya dan semakin pendek suatu gelombang semakin tinggi frekuensinya.

Adapun gelombang elektromagnetik dapat di rumuskan sebagai berikut :

$$\lambda = \frac{v}{f} \dots\dots\dots(1)$$

2. Antena Yagi Uda

Antena *Yagi* dikenal juga sebagai antena arah yang bersifat langsung memancar dan didesain untuk memancarkan gelombang hanya pada satu frekuensi. Antena ini terdiri dari *driven*, *reflektor* dan *direktor* yang dikenal dengan elemen.



Gambar 1. Antena Yagi

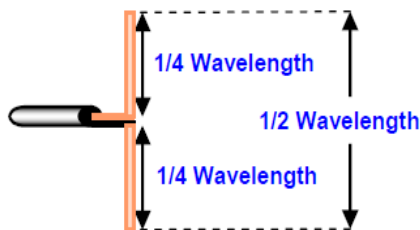
a) Prinsip Kerja

Antena *Yagi* adalah antenna directional yaitu antenna yang hanya dapat mengambil atau menerima sinyal dari satu arah yaitu depan karena sisi antenna yang berada di belakang *reflector* memiliki *gain* yang lebih kecil daripada di depan *director*.

b) Elemen Antena Yagi

➤ Elemen Driven

Driven merupakan bagian paling penting dari sebuah antena *Yagi* karena elemen inilah yang akan membangkitkan gelombang elektromagnetik menjadi sebuah sinyal yang akan di pancarkan. Pada umumnya panjang fisik *driven* adalah setengah panjang gelombang dari frekuensi radio yang dipancarkan atau diterima



Gambar 2. Driven Jenis Dipole

Rumus yang akan digunakan oleh penulis untuk menentukan panjang *driven* adalah sebagai berikut.

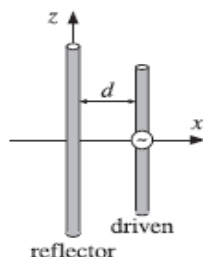
$$L = 0,5 \times K \times \lambda \quad \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

- λ = panjang gelombang diudara
- L = panjang driven
- K = *velocity factor* pada logam (0,95)

➤ Elemen Reflektor

Reflektor adalah bagian belakang antena yang dengan panjang fisik lebih panjang dari pada *driven* dengan tujuan utama dari penempatan *reflektor* di belakang adalah untuk membatasi radiasi agar tidak melebar kebelakang namun kekuatan pancarannya akan diperkuat ke arah sebaliknya.



Gambar 3. Elemen Reflektor

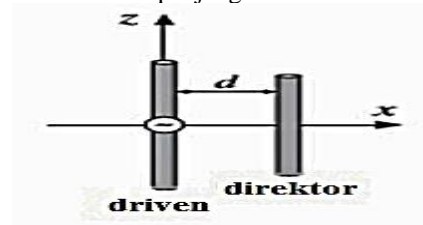
➤ Elemen Direktor

Elemen *direktor* merupakan elemen pengarah yang diletakkan di depan antena *dipole* terlipat (*driven*), direktori akan memaksakan radiasi dari *driven* menuju ke satu arah. Elemen ini juga kadang sering disebut dengan elemen *parasitic*.

$$l_{\text{direktor}} = l_{\text{driven}} - 5\% (l_{\text{driven}}) \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

- l_{direktor} = panjang *direktor*
- l_{driven} = panjang *driven*



Gambar 4. Elemen Direktor

Sumber : Kusyaman (2010 : 15)

c) Parameter-Parameter Antena

Parameter antena merupakan indikator kualitas sebuah antena. Adapun parameter antena yang akan digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

➤ Kualitas Sinyal (*Signal Strength*)

Kualitas sinyal antena merupakan standar yang digunakan untuk mengetahui tentang kualitas dari sinyal *wifi* yang dapat menjadi dasar mengenai kategori menentukan handal tidaknya suatu jaringan *wifi*. Semakin bagus kualitas sinyal *wifi* tersebut maka semakin baik dan handal konektivitasnya.

Tabel 1. Kategori Kualitas Sinyal (*Signal Strength*)

No.	Kualitas Sinyal (<i>Signal Strength</i>)	Satuan Kuat Sinyal (dBm)
1	<i>Excellent</i>	≥ -70 dBm
2	<i>Good</i>	-71 to -80 dBm
3	<i>Fair</i>	-81 to -90 dBm
4	<i>Poor</i>	≤ -90 dBm

Sumber : Xirrus *Wifi Inspector User's Guide*

➤ Daya Pancar

Daya pancar antena merupakan suatu proses pengiriman sinyal gelombang elektromagnetik dari antena pemancar (*Tx*) ke antena penerima (*Rx*). Adapun rumus yang digunakan oleh penulis untuk menentukan daya pancar adalah sebagai berikut :

$$L = 32,4 + 20 \log D + 20 \log f \dots\dots\dots (4)$$

$$P_T = P_R + L_T - G_T + L - G_R + L_R \dots\dots\dots (5)$$

Dimana:

D = jarak antenna pemancar (*transmitter*) ke antenna penerima (*receiver*) (km)
 f = frekuensi yang digunakan antenna (MHz)
 P_R = daya terima antenna (*receiver*) (dBm)
 P_T = daya pancar antenna (*transmitter*) (dBm)
 L_T = panjang kabel antenna pemancar (*transmitter*) (m)
 G_T = Gain (penguat) antenna pemancar (*transmitter*) (dB)
 L = FSL (*Free Space Loss*) kerugian yang terjadi dalam sambungan komunikasi melalui gelombang radio (dB)
 G_R = Gain (penguat) antenna penerima (*receiver*) (dB)
 L_R = Panjang kabel antenna penerima (*receiver*) (m)

➤ Daya Terima

Daya terima antenna merupakan suatu proses penerimaan sinyal gelombang elektromagnetik yang bersumber dari antenna pemancar (*Tx*).

Adapun rumus yang digunakan oleh penulis untuk menentukan daya terima adalah sebagai berikut :

$$P_R = P_T - L_T + G_T - L + G_R - L_R \dots \dots \dots (6)$$

Dimana:

D = jarak antenna pemancar (*transmitter*) ke antenna penerima (*receiver*) (km)
 f = frekuensi yang digunakan antenna (MHz)
 P_R = daya terima antenna (*receiver*) (dBm)
 P_T = daya pancar antenna (*transmitter*) (dBm)
 L_T = panjang kabel antenna pemancar (*transmitter*) (m)
 G_T = Gain (penguat) antenna pemancar (*transmitter*) (dB)
 L = FSL (*Free Space Loss*) kerugian yang terjadi dalam sambungan komunikasi melalui gelombang radio (dB)
 G_R = Gain (penguat) antenna penerima (*receiver*) (dB)
 L_R = Panjang kabel antenna penerima (*receiver*) (m)

➤ Penguatan Daya (Gain)

Gain bukanlah kuantitas yang dapat diukur dalam satuan fisis pada umumnya seperti watt, ohm, atau lainnya, melainkan suatu bentuk perbandingan. Perhitungan yang digunakan adalah dengan membandingkan daya terima *wireless USB adapter* yang menggunakan antenna *Yagi* dengan daya terima antenna yang menggunakan antenna *Yagi* modifikasi yang di pasang ke *wireless USB adapter*.

Pencarian nilai penguatan (*gain*) pada percobaan ini dengan menguji antenna *Yagi* dan pengujiannya pun dilakukan dalam kondisi *outdoor*.

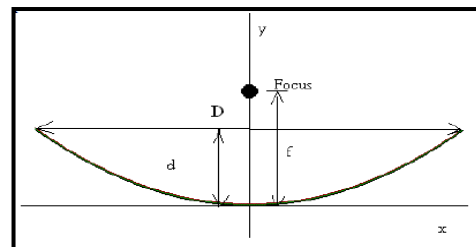
$$G = (P_{R1} - P_{R2}) + G_R \dots \dots \dots (7)$$

Dimana :

P_{R1} = daya terima antenna yang menggunakan antenna *Yagi* modifikasi (dBm)
 P_{R2} = daya terima antenna yang menggunakan antenna bawaan *wireless USB adapter* (*Omni*) (dBm)
 G_R = gain antenna *Omni wireless USB adapter* (dB).

3. Fokus Direktris

Fokus *direktris* adalah garis sumbu simetri pada parabola terhadap titik fokus. Sedangkan fokus dari parabola adalah letak suatu titik dimana jarak antara titik sembarang pada garis parabola



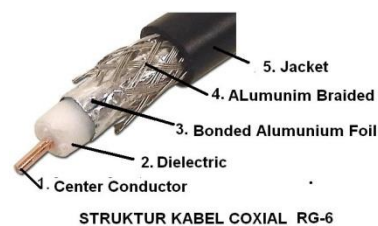
$$f = \frac{D^2}{16d} \dots \dots \dots (8)$$

Dimana :

D = Diameter
 d = kedalaman

4. Kabel Koaksial

Kabel *Coaxial* adalah salah satu media transmisi pada jaringan komputer berupa kabel jaringan dengan kemampuan transmisi tinggi, sehingga lebih umum digunakan pada saluran televisi dibandingkan pada jaringan computer.



Gambar 6. Kabel *coaxial*

Penentuan panjang maksimal kabel dapat dihitung seperti persamaan dibawah ini

$$l_{max} = \frac{\lambda}{4} \times 100 \dots \dots \dots (9)$$

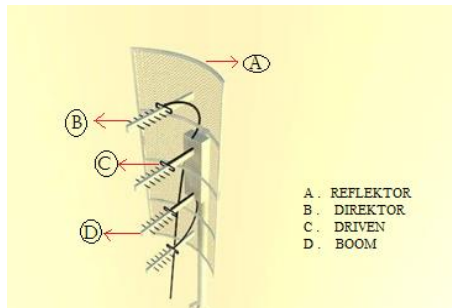
Dimana :

l_{max} = panjang kabel maksimal
 λ = Panjang gelombang

III. Metode Penelitian

a) Perancangan Antena *Yagi* Modifikasi

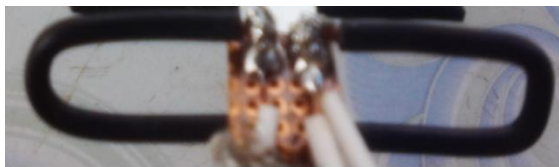
Pada perancangan antena *Yagi* modifikasi ini, penulis memodifikasi empat buah antena *Yagi* yang dipasang secara paralel dengan mengganti reflektor berbentuk setengah tabung yang menyerupai antena *sectoral*, di bawah ini adalah gambar desain antena *Yagi* modifikasi.



Gambar 8. Rancangan Antena *Yagi* Modifikasi

b) Langkah-langkah Perakitan Antena

➤ Pembuatan Elemen *Driven*



Gambar 9. Elemen *Driven*

➤ Pembuatan Elemen *Direktor*



Gambar 10. Elemen *Direktor*

➤ Pembuatan *BOOM*



Gambar 11. Proses Pembuatan *Boom*

➤ Pembuatan Reflektor



Gambar 12. Pembuatan Reflektor

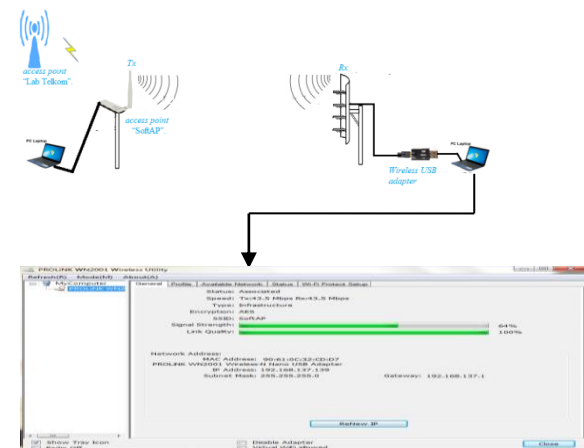
➤ Perakitan Antena



Gambar 13. Antena *Yagi* Modifikasi

c) Pengambilan Data Pengukuran

Pengambilan data pengukuran berdasarkan pengujian ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Skema Pengujian Antena *Yagi* Modifikasi

Sumber : *Software Realtek USB Wireless LAN Utility*

Gambar 14 merupakan cara pengambilan data dengan menggunakan *software Realtek USB Wireless LAN Utility*. Proses pengujian dilakukan saat laptop terhubung ke *access point "SoftAP"*. Semua parameter yang diperlukan akan dibuktikan dengan menggunakan *software* ini.

IV. Hasil dan Analisis

1. Perhitungan Daya Pancar dan Daya Terima Antena pada Jarak 75 Meter

Pada pengujian antena *Yagi* modifikasi ini maka akan dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai dari daya pancar dan daya terima sebagai berikut.

Tabel 2. Perhitungan dan Pengukuran Daya Terima pada Jarak 75 meter

Jenis Antena	Daya Terima Perhitungan (dBm)	Daya Terima Pengukuran (dbm)	Indikator Warna
Omni	-69,5 dBm	-87,8	Fair
Yagi Modifikasi 1		-86,85	Fair
Yagi Modifikasi 2		-83,35	Fair
Yagi Modifikasi 3		-78,95	Good
Yagi Modifikasi 4		-73,15	Good

Sumber : Hasil Perhitungan dan Pengukuran Nilai Level Daya Terima

2. Perhitungan Daya Pancar dan Daya Terima Antena pada Jarak 100 Meter.

Tabel 3. Perhitungan dan Pengukuran Daya Terima pada Jarak 100 meter

Jenis Antena	Daya Terima Perhitungan (dBm)	Daya Terima Pengukuran (dbm)	Indikator Warna
Omni	-72 dBm	Tidak terdeteksi	Poor
Yagi Modifikasi 1		Tidak terdeteksi	Poor
Yagi Modifikasi 2		-86,5	Fair
Yagi Modifikasi 3		-83,1	Fair
Yagi Modifikasi 4		-79,1	Fair

Sumber : Hasil Perhitungan dan Pengukuran Nilai Level Daya Terima

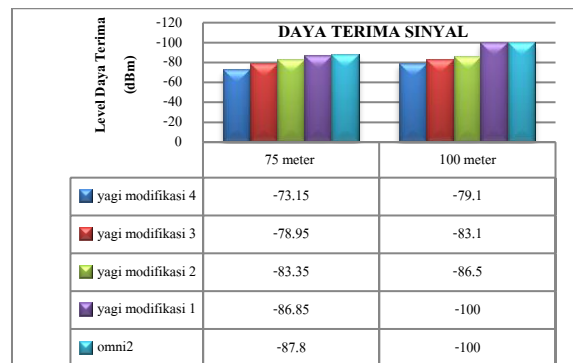
3. Penguatan Daya (Gain)

Tabel 4. Rekapitulasi Perhitungan Penguatan Daya (Gain).

No	Antena Yagi Modifikasi	Jarak	
		75 meter	100 meter
1	Yagi 1	3,95 dBm	3 dBm
2	Yagi 2	7,45 dBm	16,5 dBm
3	Yagi 3	11,85dBm	19,9 dBm
4	Yagi 4	17,65dBm	23,9 dBm

Sumber : Hasil Perhitungan Penguatan Daya (Gain)

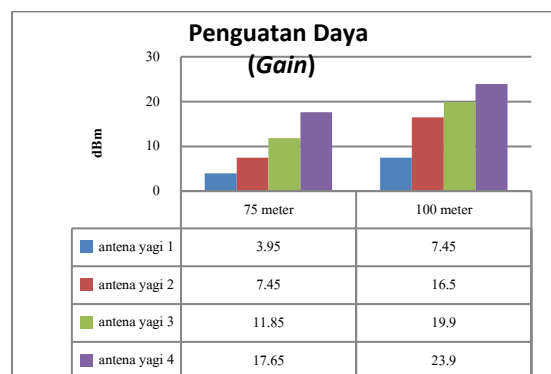
Selanjutnya dibuatlah Gambar 2 dan Gambar 3 sebagai grafik hasil pengujian yang telah dilakukan agar terlihat jelas perubahan nilai daya terima (*signal strength*) serta penguatan daya (*gain*) dari setiap antena pada jarak yang berbeda.



Gambar 15. Grafik Hasil Pengukuran Nilai Level Daya Terima

Sumber : Olah Data pada *Microsoft Excel*

Dari Gambar 15, grafik di atas dapat dilihat untuk nilai level daya terima yang memiliki tingkat *signal strength* yang paling baik untuk jarak 75 meter dan 100 meter adalah antena *Yagi* modifikasi dengan nilai rata-rata sebesar -73,15 dBm dan -79,1dBm. Pernyataan ini telah dibuktikan dalam hasil pengujian di lapangan.



Gambar 16. Grafik Hasil Perhitungan Penguatan Daya (Gain)

Sumber : Olah Data pada *Microsoft Excel*

Gambar 16 grafik hasil perhitungan penguatan daya (*gain*) menunjukkan bahwa nilai penguatan daya (*gain*) pada antena *Yagi* modifikasi ini cukup baik. Antena *Yagi* modifikasi dengan 4 *Yagi* memiliki nilai penguatan yang cukup besar yaitu pada jarak 75 meter memiliki nilai penguatan daya (*gain*) sebesar 17,65 dBm dan pada jarak 100 meter memiliki nilai penguatan daya (*gain*) sebesar 23,9 dBm. Antena *Yagi* modifikasi ini dengan melihat gambar 4.85 dapat disimpulkan bahwa dengan menambah elemen *Yagi* lebih banyak dapat menambah penguatan daya (*gain*).

Berdasarkan grafik hasil pengujian di atas terlihat yang memiliki nilai level daya terima (*signal strength*) serta penguatan daya (*gain*) yang paling baik terdapat pada antena *Yagi* modifikasi. Kedua grafik tersebut menunjukkan bahwa antena *Yagi* modifikasi ini telah berhasil dapat meningkatkan nilai level daya terima pada *wireless USB adapter* yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz.

V. Penutup

1. Kesimpulan

- a) Perhitungan dan pengukuran nilai level daya terima menggunakan antenna *Omni* pada jarak 75 meter didapat perhitungan sebesar -69,5 dBm dan pada jarak 100 meter didapat perhitungan sebesar 72 dBm. Untuk hasil pengukuran pada jarak 75 meter didapat dengan rata-rata level daya terima sebesar -87,8 dbm dengan kategori kualitas sinyal cukup baik (*fair*), dan untuk jarak yang lebih jauh yaitu 100 meter *wireless USB adapter* sudah tidak dapat terkoneksi pada *access point*.
- b) Hasil pengukuran *wireless USB adapter* dengan menggunakan antenna *Yagi* modifikasi pada jarak 75 meter untuk *yagi* modifikasi dengan *Yagi* 1 mendapatkan nilai rata-rata level daya terima sebesar -86,85 dBm kualitas sinyal cukup baik (*fair*), *Yagi* modifikasi dengan *yagi* 2 sebesar -83,35 dbm kualitas sinyal cukup baik (*fair*), *Yagi* modifikasi dengan *Yagi* 3 sebesar -78,95 dBm kualitas sinyal baik (*good*), dan *Yagi* modifikasi dengan *Yagi* 4 sebesar -73,15 dBm kualitas sinyal cukup (*good*).
- c) Pengukuran Level daya terima pada jarak 100 meter *wireless USB adapter* yang menggunakan antenna *Yagi* modifikasi dengan *Yagi* 1 tidak dapat terkoneksi, antenna *Yagi* modifikasi dengan *Yagi* 2 sebesar -86,5 dBm, *Yagi* modifikasi dengan *Yagi* 3 sebesar -83,1 dbm, dan *Yagi* modifikasi dengan *Yagi* 4 sebesar -79,1 dBm
- d) Berdasarkan hasil rata-rata pengukuran daya terima pada jarak 75 meter menggunakan Antena *Omni* bawaan *wireless USB adapter* dan Antena *Yagi* modifikasi yang dibuktikan dengan *software Realtek11n USB Wireless LAN Utility* mendapatkan penguatan daya (*gain*) pada antenna *Yagi* modifikasi dengan 1 *Yagi* sebesar 3,95 dBm, antenna *Yagi* modifikasi dengan 2 *Yagi* sebesar 7,45 dBm, antenna *Yagi* modifikasi dengan 3 *Yagi* sebesar 11,85 dBm, dan antenna *Yagi* modifikasi dengan 4 *Yagi* sebesar 17,65 dBm.
- e) Pada hasil pengujian dengan *software Realtek11n USB Wireless LAN Utility* pada jarak 100 meter mendapatkan penguatan daya (*gain*), antenna *Yagi* modifikasi dengan 1 *Yagi* sebesar 3 dBm, *Yagi* modifikasi dengan 2 *Yagi* sebesar 19,9 dBm, antenna *Yagi* modifikasi dengan 3 *Yagi* sebesar 11,85 dBm, dan antenna *Yagi* modifikasi dengan 4 *Yagi* sebesar 23,9 dBm.
- f) Dari hasil pengukuran dan pengujian dapat dilihat bahwa antenna *Yagi* modifikasi ini berfungsi dengan baik, dengan ditunjukkan oleh besarnya penguatan daya (*gain*) yaitu 17,65 dBm untuk 75 meter dan 23,9 dBm untuk 100 meter. Pada jarak 100 meter mengalami penguatan yang cukup besar karena pada jarak ini antenna referensi atau antenna *Omni* bawaan *wireless USB adapter* sudah tidak dapat terkoneksi.

2. Saran

- a) Penelitian selanjutnya dapat melakukan penelitian dengan merubah material-material lainnya sehingga dapat meningkatkan penguatan daya (*gain*) yang lebih baik lagi.
- b) Penelitian selanjutnya dapat melakukan penelitian dengan membandingkan secara vertikan dan horizontal untuk posisi antenna *Yagi* modifikasi ini, mana yang lebih baik sebagai penerima sinyal baik.

VI. Referensi

- [1] Alaydrus, Mudrik. 2011. *Antena Prinsip & Aplikasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [2] Firmanto. 2010 "Simulasi Perancangan Antena *Yagi* Untuk Aplikasi *WLAN*". Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sumatra Utara Medan
- [3] Ghali Endar Pratomo. (2017). Pengaruh Material Dalam Perancangan *Reflektor* Antena *Bolic* Untuk Meningkatkan Daya Terima *Wifi*. Pontianak: Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak.
- [4] Hamdani G, Arief. 2004. *Komunikasi Data via IEEE 802.11*. 1sted. Jakarta: Dinastindo.
- [5] Hasyim, Muhamad, "Definisi Internet". Terdapat di <http://hasheem.wordpress.com/bahan-ajar/definisi-internet/>
- [6] Ivan Nurizal Sakti. 2013 "Modifikasi Antena jenis *Yagi* untuk Memperkuat Sinyal Modem Menggunakan Sistem Induksi " Semarang: Jurusan Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Semarang.
- [7] Kraus, John D. 1988. *Antennas*. Second Edi. New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited.
- [8] Kriswanto. 2011 "Memperpanjang Jarak Jangkauan Sinyal *USB Wireless Adapter* Dengan Memanfaatkan Antena UHF" Medan: Ilmu Komputer, Fakultas MIPA, Universitas Sumatera Utara
- [9] Simarmata, Janner. 2006. *Pengenalan Teknologi Komputer Dan Informasi*. Vol. 1. Yogyakarta: Andi.
- [10] Tito, Tuwono. 2008 "Yagi Antenna Design for *Wireless LAN 2.4 GHz*" Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.



Biografi

Slamet Triyadi, lahir di Pontianak, 19 Juni 1994. Menempuh pendidikan dasar di SD Negeri 1 Rasau Jaya lulus tahun 2006, melanjutkan ke SMP Negeri 1 Rasau Jaya sampai tahun 2009, dan melanjutkan ke SMA Negeri 1 Rasau Jaya sampai tahun 2012. Memperoleh gelar Sarjana dari Program Studi Teknik Elektro Universitas Tanjungpura Pontianak pada tahun 2017

HALAMAN PENGESAHAN

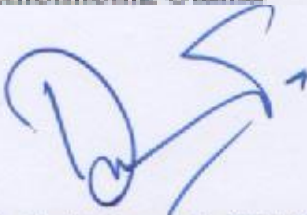
**RANCANG BANGUN ANTENA YAGI MODIFIKASI
DENGAN FREKUENSI 2,4 GHZ UNTUK MENINGKATKAN DAYA TERIMA
WIRELESS USB ADAPTER TERHADAP
SINYAL WIFI**

SLAMET TRIYADI
D01112018

Pontianak, 22 juni 2017

Menyetujui

Pembimbing Utama



Dr. Dedv Survadi, ST, MT
NIP. 19681203 199512 1 001

Pembimbing Pembantu



Neilcy Tjahjamoonsih, ST, MT
NIP. 19690919 199512 2 001